

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

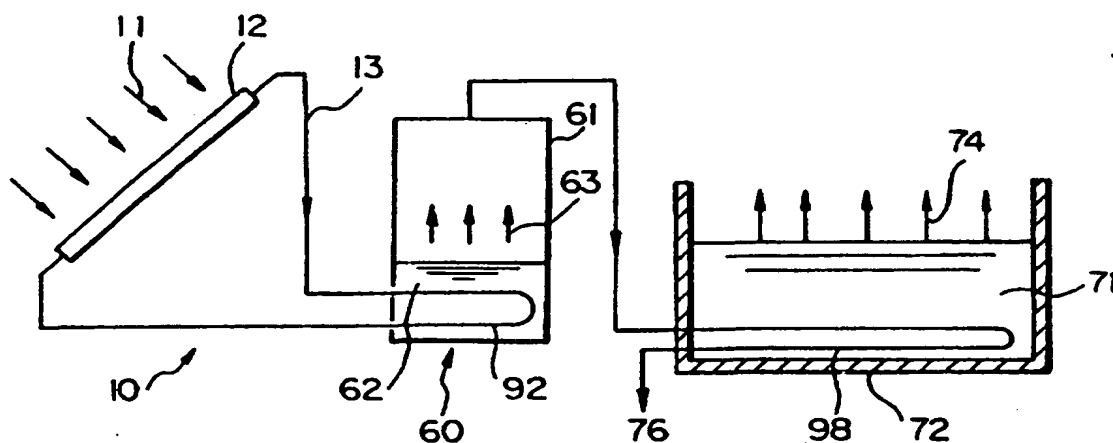
**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(51) 国際特許分類6 C02F 1/14	A1	(11) 国際公開番号 WO97/48646  (43) 国際公開日 1997年12月24日(24.12.97)
(21) 国際出願番号 PCT/JP97/02098 (22) 国際出願日 1997年6月19日(19.06.97) (30) 優先権データ 特願平8/179901 1996年6月19日(19.06.96) JP 特願平8/179902 1996年6月19日(19.06.96) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 荏原製作所(EBARA CORPORATION)[JP/JP] 〒144 東京都大田区羽田旭町11番1号 Tokyo, (JP) (71) 出願人; および (72) 発明者 佐藤春樹(SATO, Haruki)[JP/JP] 〒228 神奈川県座間市入谷四丁目2756番29号 Kanagawa, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 神谷一郎(KAMIYA, Ichiro)[JP/JP] 〒140 東京都品川区南大井一丁目1番18号 Tokyo, (JP) 榎崎祐三(NARASAKI, Yuzo)[JP/JP] 〒240 神奈川県横浜市保土ヶ谷区岩間町二丁目113番 Kanagawa, (JP)		大塚秀光(OTSUKA, Hidemitsu)[JP/JP] 〒171 東京都豊島区千早三丁目26番3号 Tokyo, (JP) 盛下 学(MORISHITA, Manabu)[JP/JP] 〒213 神奈川県川崎市高津区上作延139-6-521 Kanagawa, (JP) (74) 代理人 弁理士 湯浅恭三, 外(YUASA, Kyoze et al.) 〒100 東京都千代田区大手町二丁目2番1号 新大手町ビル206区 湯浅法律特許事務所 Tokyo, (JP) (81) 指定国 AU, CN, JP, KR, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). 添付公開書類 国際調査報告書

(54) Title: DESALINATION APPARATUS AND METHOD OF OPERATING THE SAME

(54) 発明の名称 淡水化装置及びその運転方法



(57) Abstract

A desalination apparatus utilizing solar energy, and a method of operating the same. This apparatus is provided with a solar heat collector (12) for heating a heating medium (13) with solar energy, a heat exchanger (92) cooperating with an evaporation can (60) so as to subject the heating medium and raw water (62) in the evaporation can to heat exchange and generate water vapor. (63) therein, a condenser (98) cooperating with a raw water tank (72) so as to receive the vapor (63) from the evaporation can, cool the vapor by subjecting the vapor and raw water in the raw water tank to heat exchange and obtain distilled water, a distilled water tank for storing distilled water, an evacuating means for evacuating the evaporation can and depressurizing the inside so as to promote the generation of vapor in the evaporation can, and a means for supplying raw water to the evaporation can. When a plurality of evaporation cans (60) are provided, a condenser cooperating with the evaporation cans is provided so as to receive the vapor (63) from an upstream-side evaporation can, cool the vapor with the raw water in a downstream-side evaporation can and thereby produce distilled water, and also heat the raw water in the downstream-side evaporation can and generate vapor.

(57) 要約

太陽エネルギーを利用する淡水化装置及びその運転方法。太陽エネルギーにより熱媒13を加熱する太陽熱集熱器12、前記熱媒と蒸発缶60内の原水62との間で熱交換を行わせ蒸発缶内に水蒸気63を発生させるように蒸発缶と協働する熱交換器92、蒸発缶内の水蒸気63を受け入れ原水タンク72内の原水と熱交換させ冷却し蒸留水とするように原水タンクと協働する凝縮器98、蒸留水を貯蔵する蒸留水タンク、蒸発缶内の水蒸気の発生を促進するように蒸発缶内を排気し減圧する真空手段、及び蒸発缶へ原水を供給する原水供給手段を備える。複数の蒸発缶60を備える場合、前方の蒸発缶内の水蒸気63を受け入れ後方の蒸発缶内の原水により冷却し蒸留水とする共に後方の蒸発缶内の原水を加熱し水蒸気を発生させるように蒸発缶と協働する凝縮器が配置される。

参考情報

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に記載されたPCT加盟国を特定するために使用されるコード

AL	アルバニア	ES	スペイン	LR	リベリア	SG	シンガポール
AM	アルメニア	FI	フィンランド	LS	レソト	SI	スロヴェニア
AT	オーストリア	FR	フランス	LT	リトアニア	SK	スロバキア共和国
AU	オーストラリア	GA	ガボン	LU	ルクセンブルグ	SL	シエラレオネ
AZ	アゼルバイジャン	GB	英国	LV	ラトヴィア	SN	セネガル
BA	ボスニア・エルツェゴビナ	GE	グルジア	MC	モナコ	SZ	スワジランド
BB	バルバドス	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ共和国	TD	チャド
BE	ベルギー	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TG	トーゴ
BF	ブルキナ・ファソ	GR	ギリシャ	MK	マケドニア共和国	TJ	タジキスタン
BG	ブルガリア	HU	ハンガリー	ML	マリ	TM	トルクメニスタン
BJ	ベナン	ID	インドネシア	MN	モンゴル	TR	トルコ
BR	ブラジル	IE	アイルランド	MR	モリタニア	TT	トリニダード・トバゴ
BY	ベラルーシ	IL	イスラエル	MW	マラウイ	UA	ウクライナ
CA	カナダ	IS	アイスランド	MX	メキシコ	UG	ウガンダ
CF	中央アフリカ共和国	IT	イタリア	NE	ニジェール	US	米国
CG	コンゴ	JP	日本	NL	オランダ	UZ	ウズベキスタン
CH	スイス	KE	ケニア	NZ	ニュージーランド	VN	ヴェトナム
CI	コート・ジボアール	KG	キルギスタン	NO	ノルウェー	YU	ユーゴスラビア
CN	中国	KR	朝鮮民主主義人民共和国	PL	ポーランド	ZW	ジンバブエ
CU	キューバ	KZ	大韓民国	PT	ポルトガル		
CZ	チェコ共和国	LC	カザフスタン	RO	ルーマニア		
DE	ドイツ	LI	セルビア	RU	ロシア連邦		
DK	デンマーク	LK	スリランカ	SD	スーダン		
EE	エストニア			SE	スウェーデン		

## 明 細 書

## 淡水化装置及びその運転方法

## (発明の属する技術分野)

本発明は、太陽エネルギーを利用し、海水、塩分を含んだ地下水（かん水）、  
5 産業廃水等の原水から蒸留法により淡水を得る淡水化装置及びその運転方法に関するものである。

## (従来技術)

最近、太陽エネルギーを利用した海水の淡水化技術への関心が高まっている。  
図17は、ベースン型太陽熱蒸留器と称される、太陽エネルギーを利用した従来  
10 の淡水化装置の概略断面図である。図17の淡水化装置は、海水等の原水101  
を保有する水盤102、及び水盤102を覆うと共に太陽エネルギー104の通過  
可能な空気遮蔽体103を具備し、空気遮蔽体103の外表面が放熱部106と  
される。図17の淡水化装置においては、水盤102内の原水101が太陽エネ  
ルギー104により加熱されて水蒸気105が発生され、空気遮蔽体103の内  
15 面において水蒸気105が冷却され凝縮されて蒸留水107が得られる。

太陽エネルギー（太陽光）は、量的には膨大なエネルギー源であるが、エネ  
ルギー密度が最高でも $1\text{ kW/m}^2$ と極めて低く、しかも時間的、季節的変動が大  
きい。このため安定した高密度エネルギーを必要とする工業的手法の適用ができ  
ず、上記ベースン型太陽熱蒸留器を含め、現在までに提案又は開発が進められて  
20 きた太陽エネルギーを利用した淡水化装置は効率が低く、また耐久性にも劣るた  
め実用に適さないものであった。

## (発明が解決しようとする課題)

本発明は、上記の問題に鑑みてなされたもので、太陽エネルギーの特性を十分  
に把握し、太陽エネルギーを有効に利用して原水から淡水を得ることができる太  
陽エネルギーを利用した淡水化装置及びその運転方法を提供することを目的とす  
25 る。本発明の詳細な目的は、減圧状態を利用して低温度で多量の蒸留水を得るこ  
とができる淡水化装置を提供することである。本発明の他の目的は、循環する熱  
媒を使用して太陽熱集熱器の使用寿命を長くすることである。本発明の別の目的  
は、太陽熱集熱器で得られた熱エネルギーを高効率で利用できる多重効用の蒸発

缶及び凝縮器の組合せを有する淡水化装置を提供することである。本発明の更に別の目的は、消費動力が小さく太陽電池の電力で駆動可能な淡水化装置を提供することである。本発明の更に別の目的は、多重効用の淡水化装置の構造を小型化且つ単純化することである。また、本発明の目的は、多重効用の淡水化装置を高効率で運転する単純化した運転方法を提供することである。本発明のその他の目的及び利点は、図面、実施例の説明、及び添付の特許請求の範囲において明らかにされる。

(課題を解決するための手段)

本発明の淡水化装置は、太陽エネルギーにより熱媒を加熱する太陽熱集熱器、前記熱媒と蒸発缶内の原水との間で熱交換を行わせ蒸発缶内に水蒸気を発生させるように蒸発缶と協働する熱交換器、蒸発缶内の水蒸気を受け入れ原水タンク内の原水と熱交換させ冷却し蒸留水とするように原水タンクと協働する凝縮器、蒸留水を貯蔵する蒸留水タンク、蒸発缶内の水蒸気の発生を促進するように蒸発缶内を排気し減圧する真空手段、及び蒸発缶へ原水を供給する原水供給手段を備える。真空手段は、蒸発缶内及びそれと連通される凝縮空間、蒸留水貯蔵空間等を減圧状態とする。

本発明の淡水化装置は、好ましくは、直列、即ち多重効用関係の複数の蒸発缶及び蒸発缶と協働する凝縮器を備える。この場合、熱交換器は、最初の蒸発缶と協働し、最初の蒸発缶内において水蒸気を発生させるように構成され、原水タンクと協働する凝縮器は、最後の蒸発缶の水蒸気を受け入れるように構成される。蒸発缶と協働する凝縮器は、前方の蒸発缶内の水蒸気を受け入れ後方の蒸発缶内の原水により冷却し蒸留水とする共に後方の蒸発缶内の原水を加熱し水蒸気を発生させる。

具体的には、2個の直列の蒸発缶が使用される場合、熱交換器は、前方の蒸発缶と協働し、前方の蒸発缶内に水蒸気を発生させ、原水タンクと協働する凝縮器は、後方の蒸発缶内の水蒸気を受け入れ原水タンク内の原水により冷却し蒸留水とするように構成される。そして、前方の蒸発缶内の水蒸気を受け入れ後方の蒸発缶内の原水により冷却し蒸留水とする共に後方の蒸発缶内の原水を加熱し水蒸気を発生させるように蒸発缶と協働する凝縮器が配置される。

また、第1、第2及び第3の3個の蒸発缶が直列で使用される場合は、前後の蒸発缶が2組形成され、蒸発缶と協働する凝縮器は、2個使用される。即ち、熱交換器は、第1の蒸発缶と協働し、原水タンクと協働する凝縮器は、第3の蒸発缶内の水蒸気を受け入れ原水タンク内の原水により冷却し蒸留水とするように構成される。そして、第1の蒸発缶内の水蒸気を受け入れ第2の蒸発缶内の原水により冷却し蒸留水とする共に第2の蒸発缶内の原水を加熱し水蒸気を発生させるように蒸発缶と協働する凝縮器、及び第2の蒸発缶内の水蒸気を受け入れ第3の蒸発缶内の原水により冷却し蒸留水とする共に第3の蒸発缶内の原水を加熱し水蒸気を発生させるように蒸発缶と協働する凝縮器が配置される。N個の蒸発缶（Nは、4以上の整数）が直列で使用される場合は、前後の蒸発缶がN-1組形成され、蒸発缶と協働する凝縮器は、N-1個使用される。

本発明の淡水化装置は、好ましくは、次の構成を備える。（a）熱媒の循環は、熱媒が太陽熱集熱器において加熱され蒸気となり次に最初の蒸発缶内において冷却され液体となることにより生じるサーモサイフンの作用により行われる。

（b）熱媒は、水である。（c）淡水化装置は、原水タンクを覆う空気遮蔽体を備え、空気遮蔽体の内面が水蒸気を冷却し蒸留水としこれを収集する構造を備え、空気遮蔽体の外面が放熱部とされる。（d）太陽熱集熱器のエネルギー収集部が空気遮蔽体の上方外面の太陽光の当たる部分に配置される。（e）熱交換器又は凝縮器の伝熱管が配置されて構成される蒸発缶の少なくとも加熱部が空気遮蔽体内に配置される。（f）太陽熱集熱器は、淡水化装置全体の上部を覆い、淡水化装置の他の部分へ向かう日光を遮るように配置される。（g）熱交換器は、蒸発缶内において略水平方向に延びる伝熱管を具備し、熱媒は伝熱管内を通され、蒸発缶内面と伝熱管外面との間に原水の加熱部及び蒸発部が形成される。同様に、蒸発缶内の凝縮器は、蒸発缶内において略水平方向に延びる伝熱管を具備し、水蒸気が伝熱管内を通され、蒸発缶内面と伝熱管外面との間に原水の加熱部及び蒸発部が形成される。（h）伝熱管は、熱媒又は蒸気の入口側が出口側より上にあるように水平方向に対し僅かに傾斜される。（i）原水タンクと協働する凝縮器は、原水タンクの底面に隣接し、底面にほぼ平行に延びる伝熱管を備える。（j）原水タンクは、温度成層が生じる深さの原水を収容可能にされる。（k）原水タ

ンクは、原水中へ気泡を供給する散気管を備える。好ましくは、散気管は、原水表面付近の原水中へ気泡を供給するように配置される。(l) 淡水化装置は、太陽光発電設備を備え、太陽光発電設備から供給される電力により駆動される。

また、本発明の淡水化装置は、選択的に次の構成を具備することができる。

5 (m) 空気遮蔽体の上方外面に沿って配置された太陽熱集熱器のエネルギー収集部と空気遮蔽体上方外面との間に間隙を設け、その間隙内に煙突効果により通風を生じさせる。(n) 伝熱管は、各蒸発缶の高さの  $1/2$  以下において底面にはば並行に延びるように配置される。(o) 原水タンクの保有水量は、水蒸気を冷却することによる温度上昇が1日に  $10^{\circ}\text{C}$  以下であるように設定される。

10 本発明の淡水化装置の運転方法において、淡水化装置は、太陽エネルギーにより熱媒を加熱する太陽熱集熱器、複数の蒸発缶、原水タンク、蒸留水タンク、原水タンク内に配置される凝縮器、蒸発缶内を排気し減圧する真空手段、及び蒸発缶へ原水を供給する原水供給手段を備える。

15 本発明の淡水化装置の運転方法は、原水供給手段を作動させて蒸発缶内へ所定量の原水を供給する段階、真空手段を作動させて蒸発缶内を排気し蒸発缶内を所定真空度とする段階、太陽エネルギーを太陽熱集熱器から熱媒を介して最初の蒸発缶の原水へ伝達し、最初の蒸発缶の原水を蒸発させる段階、順次、前方の蒸発缶内で発生した水蒸気を後方の蒸発缶内の原水により冷却し凝縮し蒸留水とし蒸留水タンクに収集すると共に後方の蒸発缶内に水蒸気を発生させる段階、最後の  
20 蒸発缶で発生した水蒸気を原水タンク内の原水により冷却し凝縮し蒸留水とし蒸留水タンクに収集する段階、蒸留水タンクに収集された蒸留水を取り出す段階、及び蒸発缶内の濃縮された原水を排出する段階を備える。

25 本発明の運転方法は、好ましくは次の構成を備える。(p) 蒸発缶内へ所定量の原水を供給する段階と真空手段を作動させて蒸発缶内を排気して蒸発缶内を所定真空度とする段階は、同時に始める。これにより真空手段の消費動力を減少させることができる。(q) 蒸留水タンクに収集された蒸留水を取り出す段階、蒸発缶内の濃縮された原水を排出する段階、原水供給手段を作動させて蒸発缶内へ所定量の原水を供給する段階、及び真空手段を作動させて蒸発缶内を排気し蒸発缶内を所定真空度とする段階は、日の出の前の一時期に遂行され完了される。こ



れらは、蒸留水製造運転の開始の準備作業であり、日の出前にまとめて行うことが効率上望ましいが、状況により毎日の定時、所定日毎の定時、定期的とすることができる。また日の出前の労働をなくするためタイマー運転とすることができる。

- 5       本発明の運転方法は、選択的に次の構成を備えることができる。(r) 淡水化装置の運転中に蒸留水タンクに収集された蒸留水が所定量以上となった場合又は蒸留水の取り出しが必要となった場合は、蒸留水タンクと凝縮器との連通を遮断し、蒸留水タンクを大気に開放して蒸留水を取り出し、空にされた蒸留水タンク内部を真空ポンプにより減圧し、その後、凝縮器と連通させる。

10       (発明の作用)

- 本発明によれば、淡水化装置の蒸留水製造運転に入る前に以下の準備工程がなされる。まず、淡水化装置の大気開放口を開放し、蒸発缶内、凝縮器内及び蒸留水タンク内が連通して形成される装置内部空間が略大気圧になったとき、前回の運転により製造された蒸留水を蒸留水タンクから流出させ、また蒸発缶内に残された原水を排出する。次に大気開放口、蒸留水タンクの取り出し口及び蒸発缶の  
15       原水排出口を閉じ、内部空間を密閉し、真空手段を作動させ内部空間を排気し、所定減圧状態とする。この時、原水供給手段を作動させ原水タンク内の原水を蒸発缶内へ所定量供給する。蒸発缶を排気しながら蒸発缶内へ原水を供給することにより、原水が蒸発缶内へ流入すると共に、蒸発缶内の減少した圧力状態により、  
20       蒸発缶内の原水の脱気がなされる。蒸発缶内へ所定量の原水が供給されると、原水供給口を閉じる。装置内部空間の減圧の程度は、減圧するために必要な動力や低温熱源による水蒸気発生効率等を考慮し決定される。内部空間が所定圧力に減圧された後、内部空間と真空手段の間の連通を遮断し、真空手段の作動を停止する。

- 25       上記の準備工程の完了後、次の蒸留水製造運転が行われる。太陽熱集熱器において太陽エネルギーにより熱媒が加熱され好ましくは熱媒蒸気にされる。熱交換器を介して熱媒により蒸発缶の原水を加熱し水蒸気を発生させる。蒸発缶が1個の場合、蒸発缶内の水蒸気は、原水タンクと協働する凝縮器を介して原水タンク内の原水により冷却し凝縮し蒸留水とし蒸留水タンクに収集される。N個の蒸発

缶が多重効用化されている場合は、前後の蒸発缶が $N-1$ 組構成される。この $N-1$ 組の各々において、前方の蒸発缶内の水蒸気が、蒸発缶と協働する凝縮器を介し、後方の蒸発缶内の原水により冷却され蒸留水とされる共に後方の蒸発缶内の原水が加熱され水蒸気が発生される。最後の蒸発缶内の水蒸気は、原水タンク内に配置された凝縮器へ導入され冷却されて蒸留水となり蒸留水タンクへ収集される。

(図面の簡単な説明)

図1～図4は、それぞれ本発明に係る太陽エネルギーを利用した淡水化装置の基本構成例を示す図である。

図5～図8は、それぞれ本発明の淡水化装置に用いる蒸発缶の基本構成例を示す図である。

図9は、サーモサイフォン作用を説明するための図である。

図10及び図11は、それぞれ本発明の淡水化装置に用いるベースン型太陽熱蒸留器の基本構成例を示す図である。

図12は、ベースン型太陽熱蒸留器の水盤の状態を示す図である。

図13は、空気ポンプを備えるベースン型太陽熱蒸留器の基本構成例を示す図である。

図14は、本発明による多重効用の淡水化装置の配置を示す図である。

図15は、本発明による多重効用の淡水化装置の外観を示す図である。

図16は、本発明の淡水化装置に用いる蒸発缶の他の基本構成例を示す図である。

図17は、従来の太陽エネルギーを利用した淡水化装置の基本構成例を示す図である。

(発明の実施の形態)

以下、本発明の実施の形態を図面に基ついて説明する。図1は、本発明に係る太陽エネルギーを利用した淡水化装置の第1の基本的構成例を示す図である。図1の淡水化装置は、太陽熱集熱器10、蒸発缶60、及び原水タンク72を具備する。

太陽熱集熱器10は、太陽エネルギー11を収集するエネルギー収集部12を

有し、収集部 1 2 で収集した太陽エネルギー 1 1 を熱エネルギーに変換し熱媒 1 3 を加熱する。エネルギー収集部 1 2 は、熱媒と熱交換可能にされた光吸収板、及び光吸収板を覆って光吸収板からの放熱を防止する外殻を備える。外殻の日照側は、太陽光の透過可能な透明パネルで構成される。外殻は、例えば、断熱度の高い真空ガラス管で構成することができる。缶胴 6 1 内は、図示しない真空ポンプ等の真空手段で減圧される。蒸発缶 6 0 内の原水 6 2 は、熱交換器 9 2 を介して高温の熱媒 1 3 により加熱され、減圧下で水蒸気 6 3 に変わる。

缶胴 6 1 内の水蒸気 6 3 は、原水タンク 7 2 中の原水 7 1 と熱交換される凝縮器 9 8 内へ導入され、原水 7 1 により冷却され凝縮され蒸留水 7 6 となると共に、原水 7 1 を加熱する。

図 2 は、本発明に係る太陽エネルギーを利用した淡水化装置の第 2 の基本的構成例を示す図である。図 2 において、ベースン型太陽熱蒸留器 7 0 は、原水 7 1 を保有する原水タンク 7 2 を太陽エネルギー 1 1 の殆どが通過する空気遮蔽体 7 3 で覆い、原水 7 1 に太陽エネルギー 1 1 を直接吸収させ、原水 7 1 を加熱すると共に、空気遮蔽体 7 3 の外面を放熱部 7 3' とし、内面で原水から蒸発した水蒸気 7 4 を凝縮させて蒸留水 7 5 を得る構成を有する。蒸発缶 6 0 の缶胴 6 1 内の水蒸気 6 3 は、ベースン型太陽熱蒸留器 7 0 の原水 7 1 により冷却される凝縮器 9 8 に導入され、原水 7 1 により冷却され凝縮され蒸留水 7 6 となると共に、原水 7 1 を加熱する。図 2 のように、蒸発缶 6 0 は、空気遮蔽体 7 3 の内部に組み込む構成とすることが、蒸発缶 6 0 からの放熱損失を防ぐと共に省スペースの点で好ましい。

図 2 の淡水化装置において、太陽熱集熱器 1 0 のエネルギー収集部 1 2 は、空気遮蔽体 7 3 の太陽光の当たる外面上部の一部又は全部を覆うように設置される。エネルギー収集部 1 2 は、空気遮蔽体 7 3 と一体化されるか、又は空気遮蔽体 7 3 の一部がエネルギー収集部 1 2 と兼用される構成とされる。

蒸発缶 6 0 は、ベースン型太陽熱蒸留器 7 0 の内部に組み込まれ、蒸発缶 6 0 の原水 6 2 は、太陽熱集熱器 1 0 で加熱された熱媒 1 3 で加熱される。蒸発缶 6 0 内で発生する水蒸気 6 3 は、原水タンク 7 2 の原水 7 1 の加熱源となると共に、凝縮して蒸留水 7 6 となる。原水タンク 7 2 の原水 7 1 から発生した水蒸気 7 4

は、空気遮蔽体 7 3 の外面を放熱部 7 3' として内面で凝縮され蒸留水 7 5 となる。

図 3 は、本発明に係る太陽エネルギーを利用した淡水化装置の第 3 の基本的構成例を示す図である。図 3 において、図 1 又は図 2 と共通の構成要素には、共通の符号が付され、説明が省略される。図 3 の淡水化装置は、エネルギー収集部 1 2 と空気遮蔽体 7 3 の放熱部 7 3' との間に隙間 1 4 が設けられ、隙間 1 4 内を煙突効果により外気 1 5 が通る構成を除き、図 2 と同様である。隙間 1 4 を外気 1 5 が通ることにより、放熱部 7 3' の放熱を促進することができる。

図 4 は、本発明に係る太陽エネルギーを利用した淡水化装置の第 4 の基本的構成例を示す図である。図 4 において、図 1 乃至図 3 と共通の構成要素には、共通の符号が付され、説明が省略される。図 4 の淡水化装置は、複数段の蒸発缶 6 0、6 0' ……を具備し、1 段目の蒸発缶 6 0 は、太陽熱集熱器 1 0 の熱媒 1 3 をその原水 6 2 の加熱源とし、2 段目の蒸発缶 6 0' は、蒸発缶 6 0 で発生した水蒸気 6 3 を原水 6 2 の加熱源とし、その次の蒸発缶 6 0'' は、その前段の蒸発缶 6 0' で発生した水蒸気 6 3' を原水 6 2'' の加熱源とするように、蒸発缶 6 0、6 0'、……が多重効用化されている。なお、図示と異なるが、これらの複数の蒸発缶 6 0、6 0'、……の少なくとも加熱・蒸発部は、空気遮蔽体 7 3 内に組み込む構成とすることが好ましい。

図 2 乃至図 4 に示す淡水化装置において、太陽熱集熱器 1 0 の熱媒 1 3 をベースン型太陽熱蒸留器 7 0 の原水 7 1 の加熱源として利用することができる。

図 5 は、蒸発缶の第 1 の基本的構成例を示す図である。蒸発缶 6 0 は、水平に設置された缶胴 6 1 内に少なくとも 1 本以上のほぼ水平方向に延びる伝熱管 6 4 を有し、伝熱管 6 4 の両端に伝熱管 6 4 をまとめて取り付けのための部屋 6 5、6 6 を設け、一方の部屋 6 5 に熱媒蒸気入口又は水蒸気入口 6 7 を、他方の部屋 25 に凝縮熱媒出口又は凝縮水出口 6 8 を設け、伝熱管 6 4 の内部を熱媒の放熱部又は水蒸気の凝縮部とし、伝熱管 6 4 の外側を原水の加熱・蒸発部としている。

このように、蒸発缶 6 0 の加熱部と蒸発部を一体とし横型にすることにより、蒸発缶の構造が簡単になり、且つ小さい温度差でも高い性能が得られる。またベースン型太陽熱蒸留器への組込みも容易となる。伝熱管 6 4 は、真空圧に耐え、

伝熱特性の良い別形状のものとする事ができる。

図5に示す構成の蒸発缶60は、図示されないが、伝熱管64内の凝縮水が排出され易いように、全体的に傾斜して配置され、熱媒又は凝縮水の出口68は、熱媒又は蒸気の入口67より下方に位置され得る。このように蒸発缶60の全体を傾斜させて配置することにより、伝熱管64内の凝縮水は滞留することなく、出口68から排出される。熱媒を液相で使用する場合、高温熱媒液入口67'を下方とし、低温熱媒液出口68'を上方とすることができる。

太陽熱集熱器からの高温の熱媒は、入口67又は高温熱媒液入口67'を経て伝熱管64内へ導入され、放熱された熱媒は、出口68又は低温熱媒液出口68'から排出され、太陽熱集熱器へ戻される。多重効用の蒸発缶60の場合は、前段の蒸発缶60で発生した水蒸気63が入口67から伝熱管64内へ導入され、出口68から蒸留水が排出される。

図6は、蒸発缶の第2の基本的構成例を示す図である。図5と共通の構成要件には、共通の符号が付される。図6の缶胴61内の伝熱管64は、水平方向又は蒸発缶の底面に対し傾斜して配置され、出口68は、入口67より下方に位置される。図6の蒸気缶においても、熱媒を液相で使用する場合、熱媒液入口67'を下方とし、熱媒液出口68'を上方とすることができる。

このように伝熱管64を傾斜させて配置することにより、伝熱管64内の凝縮水は滞留することなく、出口68を経て排出される。また、伝熱管64を缶胴61の直径Dの下半分に配置し、原水22の液面を缶胴61のほぼ中央に設定することにより、蒸発面積を最大に取ることができ、ミスト同伴がなく品質の良い蒸留水が得られる。

図7は、蒸発缶の第3の基本的構成例を示す図である。図5及び図6と共通の構成要件には、共通の符号が付される。蒸発缶60には、水平に設置された缶胴61内に少なくとも1組以上の伝熱管64が配置され、缶胴61内の中央部に伝熱管64をまとめ取り付けるための部屋69が設けられると共に、缶胴21内の両側に伝熱管64をまとめ取り付けるための部屋65、66が設けられ、中央部の部屋69に熱媒又は水蒸気の入口69aが設けられ、両側の部屋65、66にそれぞれ熱媒又は蒸留水の出口28、28が設けられる。図7の蒸発缶60の構

成によれば、蒸発缶60の缶胴61が長く、伝熱管64が長くなる場合においても、凝縮側の圧力損失を増大させることがなく、また熱媒又は蒸留水を容易に排出することができる。

図8は、蒸発缶の第4の基本的構成例を示す図である。図5乃至図7と共通の構成要件には、共通の符号が付される。図8の蒸発缶60においては、伝熱管64、64は、水平方向に対し傾斜して配置され、出口68は、中央の入口69aに連通する部屋69より下方に位置される。また、伝熱管64は、缶胴61の直径Dの下半分に配置される。このような構成により、伝熱管64内の凝縮水は、滞留することなく排出され、また、原水62の液面を缶胴61のほぼ中央に設定することができ、蒸発面積を最大に取れるため、ミスト同伴がなく品質の良い蒸留水が得られる。

図5乃至図8に示す蒸発缶において、缶胴61及び伝熱管64の内部は、蒸留水製造運転の前に、真空ポンプ等を具備する真空手段で低圧にされ、蒸留水製造運転中低圧に維持され、水蒸気の発生を促進される。

図9は、太陽熱集熱器10の熱媒がサーモサイフォン作用で循環する原理を説明するための図である。太陽熱集熱器10のエネルギー収集部12で集められた太陽エネルギー11により加熱された熱媒は、蒸気110となり、凝縮手段111に送られ、凝縮手段111で冷却液からなる冷却媒体112により冷却され凝縮されて凝縮液113となり、エネルギー収集部12へと流れる。熱媒は、蒸発され凝縮されることより熱循環（サーモサイフォン作用）を生じ、特別の動力を用いることなく循環される。サーモサイフォンは、熱追従性が良く、伝熱部に相変化を伴うため伝熱性能に優れ、小さい温度差で作動させることができる。

なお、熱媒は、相変化させずにポンプを用いて強制循環させるか、温度差により自然循環させることができるが、この場合、ポンプ動力を要するため低効率運転となること、日照のないときの熱媒の循環による熱損失を防止する手段が必要となる等の短所がある。また、熱媒は、冷凍サイクルで良く使われるフロンやアルコール等の有機系熱媒の使用が考えられるが、熱媒が漏れた場合の安全性や環境への影響を考慮すると、水が最適である。

図10は、ベースン型太陽熱蒸留器の第1の基本的構成例を示す図である。本

ベースン型太陽熱蒸留器 70 は、独立の原水タンク 72 の周り全体を、熱伝導率が良く且つ光を遮断する空気遮蔽体（例えば、薄いアルミニウム板、薄いステンレス板等の金属板） 73 で覆った構成である。こうすることにより、放熱面 73  
5 での伝熱特性の向上が図れる。また、水盤 72 の断熱を損なうことなく直射日光の当たらない放熱面積を従来例に比べ飛躍的に大きくすると同時に、遮光により原水タンク 72 内の原水での生物の増加（藻や水生プランクトンの発生）を抑制することができる。

また、空気遮蔽体 73 に、図 11 に示すように、フィン 78 を設けることにより、放熱面積を更に大きくすることができる。フィン 78 は、好ましくは気流を  
10 上方へ案内するように配置される。また、図示しないが、フィン 38 は、空気遮蔽体 73 の内面に設けても良い。空気遮蔽体 33 は、平板又は波型の板で構成することができる。

原水タンク 72 の深さは、図 12 に示すように、原水 71 に蒸発層 L1 と放熱層 L2 の温度成層が形成される深さ以上であることが好ましい。即ち、熱交換部  
15 77 を原水タンク 72 の最下部に配置し太陽熱集熱器 10 からの熱媒や蒸発缶 60 からの水蒸気を送り、放熱する放熱範囲（放熱層 L2）と太陽エネルギー 11 を吸収し原水が加温され蒸発が行なわれる範囲（蒸発層 L1）が区分される深さであればよい。この温度成層が形成される深さは、原水タンク 72 の大きさにも関係するが、少なくとも 100 mm 以上必要であり、好ましくは 600 mm である。  
20

原水タンク 72 内の原水 71 は、蒸発缶の冷却源であるため、原水タンク 72 の大きさは、そこに保有される原水量が、原水加熱源から供給される熱で昇温される温度が、 $10^{\circ}\text{C}$  以下であるようされる。しかしながら、昇温した原水 71  
25 は、夜間の放熱現象によりベースン型太陽熱蒸留器 70 で凝縮水を回収すると同時に、冷却され再び冷却源となる。蒸発缶の原水は、好ましくは、原水タンク 72 の原水 71 が供給されたものである。

ベースン型太陽熱蒸留器 70 の原水タンク 72 内の原水は、濃縮されたものが下部から常時又は定期的に一定量ずつ排出され、同時に原水 71 の水面が一定レベルであるように外部から低温の原水が原水タンク 72 の最下部近傍に供給され

るように構成される。ベースン型太陽熱蒸留器 70 には、ファン（図示を省略）を設けることにより、内部の気相の対流を促進させ、ベースン型太陽熱蒸留 70 内の原水 71 の蒸発を伴う対流伝熱を増加させ、低熱源となる原水 71 の温度上昇を抑え、ベースン型太陽熱蒸留器 70 での蒸留水回収量を増加させ得る。

5 図 13 は、ベースン型太陽熱蒸留器の基本的構成例を示す図である。図 13 のベースン型太陽熱蒸留器 70 は、原水タンク 72 の底部に散気管 80 を配置し、空気ポンプ 81 により、ベースン型太陽熱蒸留器 70 内上方の空気を散気管 80 へ送り、原水 71 中へ気泡 42 を散気する構成である。原水 71 中へ気泡 82 を散気することより、原水 71 が攪拌され対流が促進され、水面から放出される気泡 82 により気相の対流も促進され、原水 71 の蒸発が増大され、蒸留水回収量を増加することができ、また低熱源となる原水 71 の温度上昇を抑えることができる。原水中へ表面付近で散気することにより、散気に必要な動力を少なくし、また表面を波立せて表面積を大きくし水蒸気発生量を増大できる。

15 真空手段、操作弁、制御装置等の作動に必要な電力を太陽光発電設備で供給するように構成することにより、電力供給が受けられない砂漠や離島等の僻地にも淡水化装置を設置することが可能となる。この場合、電気機器は、直流電源で駆動することが望ましい。

20 太陽光パネル（太陽電池）を淡水化装置の太陽光日射側の外面上部に搭載し、太陽光発電設備及び淡水化装置をユニット化することにより、小型化及び効率化を促進できる。太陽光発電セルを直接的に太陽熱集熱器の集熱板上に熱伝導性の良い接着剤で貼付ける構成により、発電セルの取付けが容易であると共に、装置の軽量化を図ることができ、また日射の熱を集熱板で吸熱できるため、太陽光発電セルの温度上昇が阻止され、発電効率の低下を防止できる。淡水化装置は、雨水回収設備を具備することが好都合である。

25 図 14 は、本発明による多重効用の淡水化装置の配置図であり、図 15 は、その外観を示す斜視図である。淡水化装置 8 は、図 15 に示すように、それぞれ前面板 52、背面板 53、側面板 54 及び底面板 55 等から成る空気遮蔽体 42 で囲まれ、前上面には、所定角度に傾斜させた太陽熱集熱器 10 が配置される。淡水化装置の上部には、太陽電池 17 が配置される。空気遮蔽体 42 の内部下方に



は、原水タンク 56 が設置され、その上部に後述する真空蒸留装置 20 が配置される。発電制御盤 18、装置制御盤 19 は、バッテリー 18a を組み込んで一体化することができる。また、前面板 52 には、放熱フィン 52a が設けられる。また、背面板 53 には、放熱フィン 32a が、底面板 55 には、放熱フィン 55a が設けられる。

図 14 の真空蒸留装置 20 は、原水タンク 56 の上部に配置される 3 個の蒸発缶 21、22、23 を具備する。蒸発缶 21、22、23 は、後述するように、缶胴 21-2、22-2、23-2 内に伝熱管 21-1、22-1、23-1 を具備する。太陽熱集熱器で収集されたエネルギーで加熱・蒸発された熱媒蒸気は、配管 24 を通って蒸発缶 21 の伝熱管 21-1 へ導かれ、伝熱管 21-1 で放熱し、自身は、熱媒液となってパッファパイプ 25 及び配管 26、38 を通って、太陽熱集熱器へ戻される。熱媒は、水である。

図 16 は、本発明の淡水化装置に用いる蒸発缶の第 5 の配置を示す図である。図 16 の蒸発缶 21 は、水平に設置された缶胴 21-2 内に少なくとも 1 組以上の伝熱管 21-1 を有し、缶胴 21-2 内の中央部に伝熱管 21-1 をまとめ取り付けるための部屋 21-3 を設けるとともに、缶胴 21-2 内の両側に伝熱管 21-1 をまとめ取り付けるための部屋 21-4、21-4 を設け、中央の部屋 21-3 に熱媒蒸気入口を、両側の部屋 21-4、21-4 にそれぞれ凝縮熱媒出口を設けた構成である。

伝熱管 21-1 の熱媒流入側は、熱媒排出側より上方に位置するように傾斜させて配置される。また伝熱管 21-1 は、缶胴 21-2 の径 D の半分より下側に位置するように配置される。この配置により、蒸発缶 21 の缶胴 21-2 が長く、伝熱管 21-1 が長くなる場合においても、圧力損失が少ない。また熱媒を伝熱管 21-1 内に滞留させることなく、容易に排出させることができる。

図 14 の淡水化装置において、蒸発缶 21 の缶胴 21-2 内で発生された水蒸気は、配管 27 を通し蒸発缶 22 の伝熱管 22-1 へ導入され、放熱・凝縮され蒸留水タンク 31 に集められる。蒸発缶 22 の缶胴 22-2 内で発生した水蒸気は、配管 28 を通して蒸発缶 23 の伝熱管 23-1 へ導かれ、放熱・凝縮され蒸留水タンク 32 に集められる。蒸発缶 23 の缶胴 23-2 内で発生した水蒸気は、

配管 29 を通して原水タンク 56 内に配置された凝縮器（伝熱管）30 へ導かれ、放熱・凝縮され蒸留水タンク 33 に集められる。

5 凝縮器 30 は、1 組以上の伝熱管 30-1 を有し、中央部に伝熱管 30-1 をまとめ取り付けするための部屋 30-3 を設けると共に、両側に伝熱管 30-1 をまとめ取り付けするための部屋 30-4、30-4 を設け、中央部の部屋 30-3 に水蒸気入口を、両側の部屋 30-4、30-4 にそれぞれ凝縮水出口を設けた構成である。蒸発缶の伝熱管の傾斜取付けと同様に伝熱管 30-1 の水蒸気流入側がこの凝縮水排出側より上方に位置するように伝熱管を傾斜させて配置することが望ましい。蒸留水タンク 31、32、33 内の蒸留水は、蒸留水収集タンク 10 34 に集められる。

次に、図 14 の淡水化装置の運転方法を説明する。海又は井戸等から汲み揚げられた塩分等を含む原水は、前処理した後、原水供給タンク 36 に保有される。原水供給タンク 36 の原水保有量は、常に一定であるようにされる。これら原水の前処理装置や供給装置は、それぞれ又は各独立して太陽光発電装置を具備し、15 その発電された電気を動力源として運転されることが望ましい。

次に、原水が、原水供給タンク 36 から淡水化装置 8 の原水タンク 56 へ所定の水面レベルになるように、高低差を利用して供給される。図 14 の例では、ボールタップ（フロート弁）37 を用いている。また、供給タンクからの原水の供給口は、原水タンク 56 の底部に設置される凝縮器 30 の近傍に設けられる。原水の供給等の準備工程は、気温が最低となる日の出前に完了することが好都合である。20

蒸発・蒸留する部分の系内部、即ち蒸発缶 21 の缶胴 21-2 内（伝熱管 21-1 の外側）及び蒸発缶 22 の伝熱管 22-1、蒸発缶 23 の伝熱管 23-1 内、凝縮器 30 の伝熱管 30-1 内及び蒸留水タンク 31、32、33 内とこれらを25 接続する配管は、真空ポンプ 35 で所定真空度まで真空引きされる。なお、真空ポンプ 35 は、エゼクタ等別の方式に置換可能である。

真空にする系を外気と遮断するため、三方弁 SV1、SV2、SV3 の大気解放側を遮断し、蒸発缶 22 の伝熱管 22-1 内側、蒸発缶 23 の伝熱管 23-1 の内側、凝縮器 30 の伝熱管 30-1 の内側と蒸留水タンク 31、32、33 を、

それぞれ連通させ、バルブSV11、SV12、SV13、バルブSV31、SV32、SV33及びバルブSV41、SV42、SV43を閉じる。そしてバルブSV22、SV23、SV24を開き真空ポンプ35を起動し系内が所定真空度になるまで真空引きする。本例の所定真空度は、20 Torrである。

- 5      上記の所定真空度に到達した後、バルブSV31、SV32、SV33を開き、真空を利用して原水タンク16から原水を各蒸発缶21、22、23の缶胴21-2、22-2、23-3内に所定量供給後、バルブSV31、SV32、SV33を閉じる。本件では、原水供給量の検出は、蒸発缶21、22、23の缶胴21-2、22-2、23-2の所定位置に設置された液面検出器で行なう。

- 10      液面の上限レベルは、濃縮される原水の上限濃縮度及び蒸発量から決まる液保有量から決定され、またミスト同伴を防ぐため缶胴21-2、22-2、23-2の略中央になる（横型の蒸発缶の場合は、蒸発面積が最大になる）ように決定される。下限レベルは、やはり上限濃縮度における最終液保有量から決定されるが、同時に伝熱管21-1、22-1、23-1がドライアップ（液面から露出）
- 15      しないように決定される。

- 缶胴21-2、22-2、23-2内に供給された原水の脱気を行なうため所定時間真空引きした後、バルブSV22、SV23、SV24を閉じ、同時に真空ポンプ35を停止する。これにより日の出前に蒸発・蒸留の運転準備は完了する。なお、真空引きと缶胴21-2、22-2、23-2内への原水供給及び脱
- 20      気操作は、同時に行なってもよい。また、この真空引きから缶胴21-2、22-2、23-2内への原水供給及び脱気までの行程は、各缶胴21-2、22-2、23-2毎に個別に行なっても良い。

- バルブSV21は、太陽エネルギーを集熱し、熱媒である系内の水を蒸発させる太陽熱集熱器と、その蒸気を凝縮させる蒸発缶21の伝熱管21-1内を配管
- 25      で連結してなるサーモサイフォン系内に熱媒である水を封入する時、系内を脱気し真空引きするために使用するバルブである。この操作は、サーモサイフォン系内に空気が漏れ込み、性能が低下しない限り、必要でない。

日の出と共に、太陽エネルギーが太陽熱集熱器で収集され、熱エネルギーに変換されると同時に熱媒である太陽熱集熱器内の水を加熱し、蒸発缶21の加熱源

となる水蒸気を発生する。この水蒸気は、蒸発缶 2 1 の中央に設けられた蒸気入口 2 1-3 から伝熱管 2 1-1 内に入り加熱源となり、それ自身は、伝熱管 2 1-1 内で凝縮され、再び水となり、両側に設けられた部屋 2 1-4、2 1-4 の凝縮水出口から流下し、バッファパイプ 2 5 に流入する。

5        蒸発缶 2 1 及びバッファパイプ 2 5 は、太陽熱集熱器の上端である蒸気出口より上方に設置される必要がある。循環系内の水面は、蒸発缶 2 1 の伝熱面より下方であり、また太陽熱集熱器 1 0 の収熱面は、常に水面下になるように設定される。この循環系内の容量が十分に大きい場合は、クッションタンクであるバッファパイプ 2 5 は不要である。

10        バッファパイプ 2 5 から流下した凝縮水は、配管 2 6 内を通り、太陽熱集熱器 1 0 の下方に設けられた配管 3 8 内を通り再び太陽熱収熱器にに戻る。これによりサーモサイフォンのクローズド循環が構成される。この実施の形態においては、図示するように、原水タンク 5 6 の水面下近くで熱交換するようにされる。これは、熱の有効利用を図るためである。

15        一方、蒸発缶 2 1 の缶胴 2 1-2 内（蒸発側）では、缶胴 2 1-2 内に保有されている原水が加熱されると同時に蒸発が始まり、水蒸気が発生する。その水蒸気は、配管 2 7 を通って次の蒸発缶 2 2 の伝熱管 2 2-1 内（加熱部）に供給される。蒸発缶 2 2 では蒸発缶 2 1 と同様に水蒸気は、中央に設けられた部屋 2 2-3 から伝熱管 2 2-1 内に入り加熱源となり、それ自身は凝縮して蒸留水となり  
20        伝熱管 2 2-1 の両側に設けられた部屋 2 2-4、2 2-4 の凝縮水出口から流下し、蒸留水タンク 3 1 へ接続された配管 3 9 を流下しながら蒸留水タンク 3 1 に収集される。

      蒸発缶 2 2 の蒸発側では蒸発缶 2 1 と同様に、缶胴 2 2-2 内に保有されている原水が加熱されると同時に蒸発が始まり、水蒸気が発生し、その水蒸気は、配  
25        配管 2 8 内を通って次の蒸発缶 2 3 の伝熱管 2 3-1 内（加熱部）に供給される。蒸発缶 2 3 では、蒸発缶 2 1 と同様に、水蒸気は、中央に設けられた部屋 2 3-3 の水蒸気入口から伝熱管 2 3-1 内に入り加熱源となり、それ自身は凝縮して蒸留水となり、伝熱管 2 3-1 の両側に設けられた部屋 2 3-4、2 3-4 の凝縮水出口から流下し、蒸留水タンク 3 2 へ接続された配管 4 0 を流下しながら蒸

留水タンク 3 2 に収集される。

蒸発缶 2 3 の缶胴 2 3 - 2 内では蒸発缶 2 2 と同様に、缶胴 2 3 - 2 内に保有されている原水が加熱されると同時に蒸発が始まり水蒸気が発生し、該水蒸気は、配管 2 9 内を通して原水タンク 5 6 の底部に設置された凝縮器 3 0 に供給される。

5 凝縮器 3 0 では、中央に設けられた部屋 3 0 - 3 の水蒸気入口から伝熱管 3 0 - 1 内に入って原水タンク 5 6 内の原水の加熱源となり、それ自身は凝縮して蒸留水となり伝熱管 3 0 - 1 の両側に設けられた部屋 3 0 - 4、3 0 - 4 の凝縮水出口から流下して、蒸留水タンク 3 3 に接続された配管 4 1 を流下しながら蒸留水タンク 3 3 に収集される。

10 上記のように、太陽日射が行なわれている間は、日射量の変動に追従しながら効率良く確実に太陽熱集熱器 1 0 で太陽エネルギーを吸収し、蒸発缶 2 1、2 2、2 3 で蒸留が継続される。また更に、上記運転中においても、確実に日射量の変動に追従し効率良く蒸留を行うため、以下の (1) ~ (3) の操作が行われる。

(1) 蒸発・凝縮を阻害する系内の不凝縮性ガスを確実に効率良く系外へ排出  
15 するため、定期的にバルブ S V 2 2、S V 2 3、S V 2 4 を開き、真空ポンプ 3 5 を起動し、系内の抽気を行なう。2 時間毎に 2 0 秒の抽気を行うことにより確実な蒸発・蒸留効果が得られたが、実際には、抽気操作は殆ど必要なく、抽気における真空ポンプ 3 5 の運転時間を最小限に抑えられることがわかった。また、上記 (1) の操作は、蒸発缶 2 2、2 3 及び凝縮器 3 0 の各系同時に行なっても、  
20 各系毎に独立して行なっても良い。更に、本実施例のフローにおいて抽気ラインを蒸留水タンク 3 1、3 2、3 3 に設けているのは、系内の不凝縮ガスを蒸発蒸気とともに凝縮部に集め、ここで水蒸気を殆ど凝縮させることにより効率良く不凝縮ガスを収集し、抽気するためである。

(2) 日射量が多く、蒸留水の回収量が多く得られた時は、蒸留水タンク 3 1、  
25 3 2、3 3 に設けられた液面検知器により上限レベルを検知する。三方弁 S V 1、S V 2、S V 3 は、蒸発缶 2 2、2 3 及び凝縮器 3 0 に連通する側を遮断し系内を真空に維持させると共に、大気開放側と蒸留水タンク 3 1、3 2、3 3 とを連通させ、各蒸留水タンク 3 1、3 2、3 3 内を大気開放する。大気解放後バルブ S V 1 1、S V 1 2、S V 1 3 を開放し、各蒸留水タンク 3 1、3 2、3 3 内の

蒸留水を蒸留水収集タンク 3 4 へ導入する。

各蒸留水タンク 3 1、3 2、3 3 内の蒸留水排出後バルブ S V 1 1、S V 1 2、S V 1 3 を閉じ、また三方弁 S V 1、S V 2、S V 3 は、大気開放側を遮断し、蒸留水タンク 3 1、3 2、3 3 側も大気と遮断した後バルブ S V 2 2、S V 2 3、S V 2 4 を開き、真空ポンプ 3 5 を起動して蒸留水タンク 3 1、3 2、3 3 系内を所定の真空度まで真空引きする。その後三方弁 S V 1、S V 2、S V 3 を作動させ、蒸発缶 2 2、2 3 及び凝縮器 3 0 と蒸留水タンク 3 1、3 2、3 3 とを連通せしめ通常の運転状態に戻し、蒸発・蒸留を行わせる。これらの操作は、各系独立に行なわれ得る。

(3) また、日射量が多く蒸留水の回収量が多く得られた時は、蒸発 2 1、2 2、2 3 内の原水は、濃縮され保有量も減少する。このため蒸発缶 2 1、2 2、2 3 の缶胴 2 1-2、2 2-2、2 3-2 に設置されている液面検知器により下限レベルが検知される。下限レベルを検知するとバルブ S V 3 1、S V 3 2、S V 3 3 を開き、真空度を利用して原水タンク 5 6 内の原水を各蒸発缶 2 1、2 2、2 3 の缶胴 2 1-2、2 2-2、2 3-2 内に所定量供給した後、バルブ S V 3 1、S V 3 2、S V 3 3 を閉じる。これらの操作も必要に応じて適宜各系単独に行なわれ得る。

また更に、原水タンク 5 6 内の原水は、上記の通り水面近くで熱交換されるサーモサイフォン系からの加熱、及び原水タンク 5 6 の底部に設置された凝縮器 3 0 から供給される熱により対流を生じ水面表層の水温が上昇する。これにより、原水タンク 5 6 の水面で蒸発が促され、外気との流通を遮断し、同時に大気への放熱部を兼ねる空気遮断体（カバー）4 2 で覆われた淡水化装置 8 の空気部（蒸発部）への水蒸気を供給すると共に、淡水化装置 8 の空気部（蒸発部）で対流伝熱を生じさせる。

また同時に、放熱部を兼ねる空気遮蔽体（カバー）4 2 では、大気への放熱により内面では、空気部（蒸発部）の水分が凝縮し結露する。これら結露した凝縮水は空気遮蔽体（カバー）4 2 の内壁を伝わって流下し配管 4 3 を通って蒸留水収集タンク 3 4 に集められ蒸留水として回収される。これにより、冷却源となる原水タンク 5 6 内の原水の水温上昇を蒸発作用により極力抑制すると共に、昼間

においても原水タンク 5 6 内の原水から蒸留水を回収できるようにする。但し、ここでの放熱量は、空気－水蒸気の大気伝熱が支配的なため充分でなく、蒸留水の回収量も蒸発缶 2 1、2 2、2 3 に比べて少ない。

5 日没により太陽の日射が停止する、これと並行して気温も急速に低下し始めるため天空への放射冷却が増加される。このため、淡水化装置 8 の放熱部を兼ねる空気遮蔽体（カバー） 4 2 からの放熱量も急速に増加する。日照により暖められた淡水化装置 8 内の原水は、保有熱を蒸発により放出し冷却するが、同時に蒸発した水蒸気は、上記と同様に蒸留水として無駄なく回収される。

10 特に、日中暖められ、蒸発による放熱が充分でなかった原水タンク 5 6 内の原水は、その保有量も多いので当然保有熱量も多く、この夜間の蒸発及び放熱により、多くの蒸留水を回収できる。また、十分に冷却されるため翌日の凝縮器 3 0 の冷却源として有効に利用できる。

15 夜間冷却が終了し、蒸留水の回収が完了した時点で蒸発缶 2 1、2 2、2 3 の系内の大気開放を行ない、蒸留水タンク 3 1、3 2、3 3 内の蒸留水を回収すると共に、蒸発缶 2 1、2 2、2 3 内の濃縮原水を系外に排出する。

即ち、三方弁 S V 1、S V 2、S V 3 を大気開放側とし、蒸留水タンク 3 1、3 2、3 3 と連通させて各蒸留水タンク 3 1、3 2、3 3 内を大気に開放する。大気に開放後、バルブ S V 1 1、S V 1 2、S V 1 3 を開き各蒸留水タンク 3 1、3 2、3 3 内の蒸留水を蒸留水タンク 3 4 に流下排出させる。

20 バルブ S V 3 1、S V 3 2、S V 3 3 の操作は不要であるが、配管内に溜った濃縮原水を排出する目的で上記各缶胴 2 1－2、2 2－2、2 3－2 内に保有する濃縮原水を系外へ流下排出させた後、開放したほうが良い。これにより、1 日の運転は完了し最初の操作に戻る。三方弁 S V 1、S V 2、S V 3 は、勿論三方弁を 2 個ずつ 1 組にして使用しても良い。

25 その他、バルブ S V 5 1 は、必要に応じて原水タンク 5 6 の濃縮原水を排出するためのバルブであり、通常はバルブ S V 5 1 のバイパスバルブ V－1 を寸開して排出し、少量の原水を常時入れ換えているので殆ど操作されない。また、原水タンク 5 6 の保有原水量も多いのでバイパスバルブ V－1 で常時排水をしない場合もある。本実施の形態においては、真空ポンプ 3 5 に油回転式真空ポンプを使

用したため油水分離器 4 4 を付け油の劣化を防いでいる。ここでバルブ S V 5 2 は、油水分離器 4 4 で分離されたドレンの排出バルブである。

5 真空発生源である真空ポンプ 3 5、操作弁、制御装置等の淡水化装置の運転に必要な全電力は、バッテリーを備えた太陽光発電システムから供給される。図 1 5 の例においては、発電制御盤 1 8、装置制御盤 1 9 は、淡水化装置と一体化され、プラント全体が小型化されている。真空ポンプ 3 5 の運転時間を最少限とし、各バルブの作動電力を最少にすることにより、太陽電池 1 7 及びバッテリー 1 8 a の容量は、小さくされている。淡水化装置は、詳述しないが、自動運転装置を備えることができる。

10 (発明の効果)

本発明の淡水化装置は、太陽エネルギーを熱源とし、化石燃料を使用しないので、経済的であり、環境汚染を生じることがない。本発明は、熱媒を使用することにより太陽熱集熱器に原水成分が付着することがなく、長い使用寿命を有する。本発明において、蒸発缶及び凝縮器を減圧し且つ多重効用化したことにより、太陽エネルギーを熱源として多量の蒸留水を得ることができる。淡水化装置の運転に必要な動力を太陽電池により供給することにより、淡水化装置を砂漠地帯、離島等において設置し運転することができる。



## 請 求 の 範 囲

1. 太陽エネルギーを利用する淡水化装置であって、太陽エネルギーにより熱媒を加熱する太陽熱集熱器、前記熱媒と蒸発缶内の原水との間で熱交換を行わせ蒸発缶内に水蒸気を発生させるように蒸発缶と協働する熱交換器、蒸発缶内の水蒸気を受け入れ原水タンク内の原水と熱交換させ冷却し蒸留水とするように原水タンクと協働する凝縮器、蒸留水を貯蔵する蒸留水タンク、蒸発缶内の水蒸気の発生を促進するように蒸発缶内を排気し減圧する真空手段、及び蒸発缶へ原水を供給する原水供給手段を備えることを特徴とする淡水化装置。

2. 請求項1に記載の淡水化装置であって、複数の蒸発缶を備え、前記熱交換器は、最初の蒸発缶と協働するように構成され、前記原水タンクと協働する凝縮器は、最後の蒸発缶の水蒸気を受け入れるように構成され、更に前方の蒸発缶内の水蒸気を受け入れ後方の蒸発缶内の原水により冷却し蒸留水とする共に後方の蒸発缶内の原水を加熱し水蒸気を発生させるように蒸発缶と協働する凝縮器が配置される請求項1の淡水化装置。

3. 前記熱媒は、熱媒が太陽熱集熱器において加熱され蒸気となり次に蒸発缶内において冷却され液体となることにより生じるサーモサイフンの作用により循環される請求項1の淡水化装置。

4. 前記熱媒は、水である請求項1の淡水化装置。

5. 原水タンクを覆う空気遮蔽体を更に備え、空気遮蔽体の内面が水蒸気を冷却し蒸留水としこれを収集する構造を備え、空気遮蔽体の外面が放熱部とされる請求項1の淡水化装置。

6. 太陽熱集熱器のエネルギー収集部が空気遮蔽体の上方外面の太陽光の当たる部分に配置される請求項5の淡水化装置。

7. 蒸発缶の少なくとも加熱部が空気遮蔽体内に配置される請求項5の淡水化装置。

8. 太陽熱集熱器は、淡水化装置全体の上部を覆い、淡水化装置の他の部分へ向かう日光を遮るように配置される請求項1の淡水化装置。

9. 前記熱交換器は、蒸発缶内において略水平方向に延びる伝熱管を具備し、熱媒は、伝熱管内を通され、蒸発缶内面と伝熱管外面との間に原水の加熱部及び

蒸発部が形成される請求項 1 の淡水化装置。

10. 前記熱交換器の伝熱管は、蒸気の入口側が出口側より上にあるように水平方向に対し僅かに傾斜される請求項 9 の淡水化装置。

5 11. 前記蒸発缶と協働する凝縮器は、蒸発缶内において略水平方向に延びる伝熱管を具備し、水蒸気は、伝熱管内を通され、蒸発缶内面と伝熱管外面との間に原水の加熱部及び蒸発部が形成される請求項 2 の淡水化装置。

12. 前記蒸発缶と協働する凝縮器の伝熱管は、蒸気の入口側が出口側より上にあるように水平方向に対し僅かに傾斜される請求項 11 の淡水化装置。

10 13. 前記原水タンクと協働する凝縮器は、原水タンクの底面に隣接し、底面にはほぼ平行に伸びる伝熱管を備える請求項 1 の淡水化装置。

14. 前記原水タンクは、温度成層が生じる深さの原水を収容可能にされる請求項 1 の淡水化装置。

15. 前記原水タンクは、原水中へ気泡を供給する散気管を備える請求項 1 の淡水化装置。

15 16. 前記散気管は、原水表面付近の原水中へ気泡を供給するように配置される請求項 15 の淡水化装置。

17. 太陽光発電設備を更に備え、太陽光発電設備から供給される電力により駆動される請求項 1 の淡水化装置。

20 18. 太陽エネルギーにより熱媒を加熱する太陽熱集熱器、複数の蒸発缶、蒸留水タンク、原水タンク、蒸発缶内を排気し減圧する真空手段、及び蒸発缶へ原水を供給する原水供給手段を備える淡水化装置の運転方法であって、

原水供給手段を作動させて蒸発缶内へ所定量の原水を供給する段階、

真空手段を作動させて蒸発缶内を排気し蒸発缶内を所定真空度とする段階、

25 太陽エネルギーを太陽熱集熱器から熱媒を介して最初の蒸発缶内の原水へ伝達し、最初の蒸発缶内の原水を蒸発させる段階、

順次、前方の蒸発缶内で発生した水蒸気を後方の蒸発缶内の原水により冷却し凝縮し蒸留水とし蒸留水タンクに収集すると共に後方の蒸発缶内に水蒸気を発生させる段階、

最後の蒸発缶で発生した水蒸気を原水タンク内の原水により冷却し凝縮し蒸留

水とし蒸留水タンクに収集する段階、

蒸留水タンクに収集された蒸留水を取り出す段階、及び

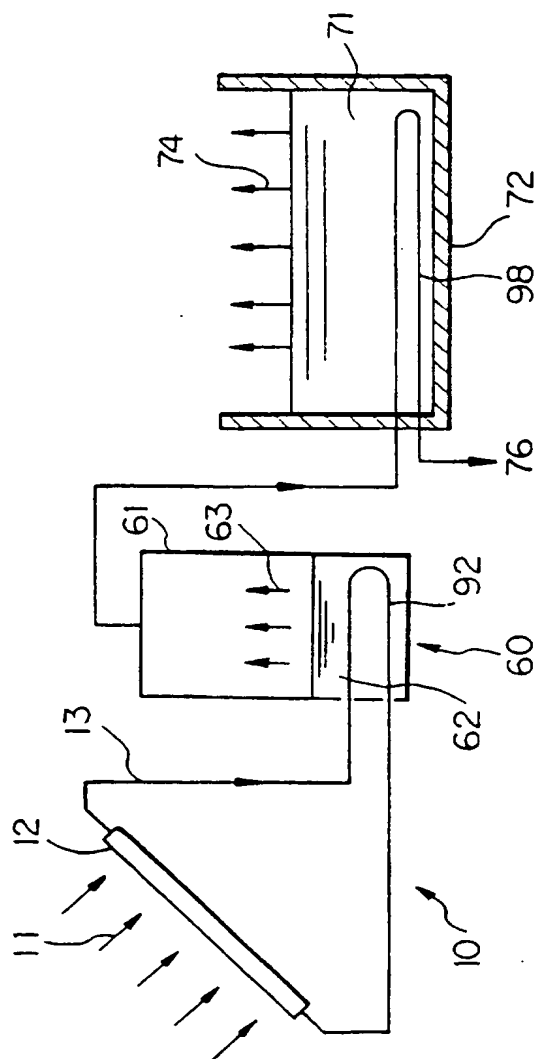
蒸発缶内の濃縮された原水を排出する段階、

を備えることを特徴とする運転方法。

- 5        19. 前記蒸発缶内へ所定量の原水を供給する段階と真空手段を作動させて蒸発缶内を排気して蒸発缶内を所定真空度とする段階は、同時に始めることを特徴とする請求項18の運転方法。

- 10       20. 蒸留水タンクに収集された蒸留水を取り出す段階、蒸発缶内の濃縮された原水を排出する段階、原水供給手段を作動させて蒸発缶内へ所定量の原水を供給する段階、及び真空手段を作動させて蒸発缶内を排気し蒸発缶内を所定真空度とする段階は、日の出前の一時期に遂行され完了される請求項18の運転方法。

図 1



☒ 2

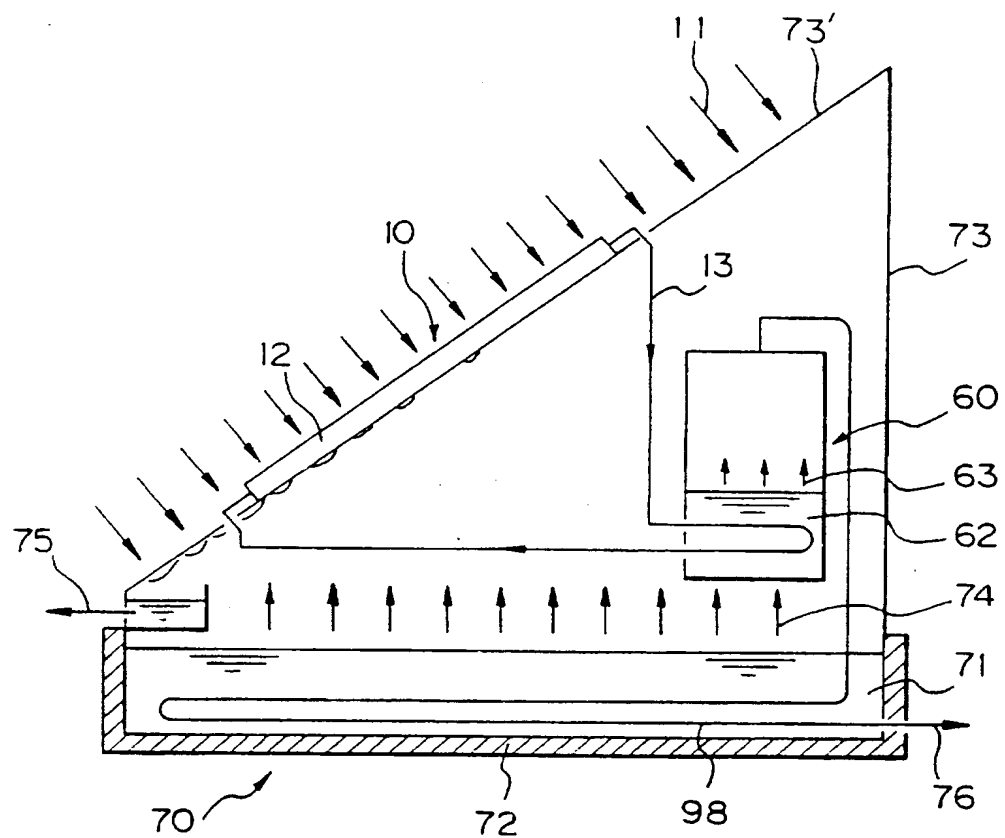
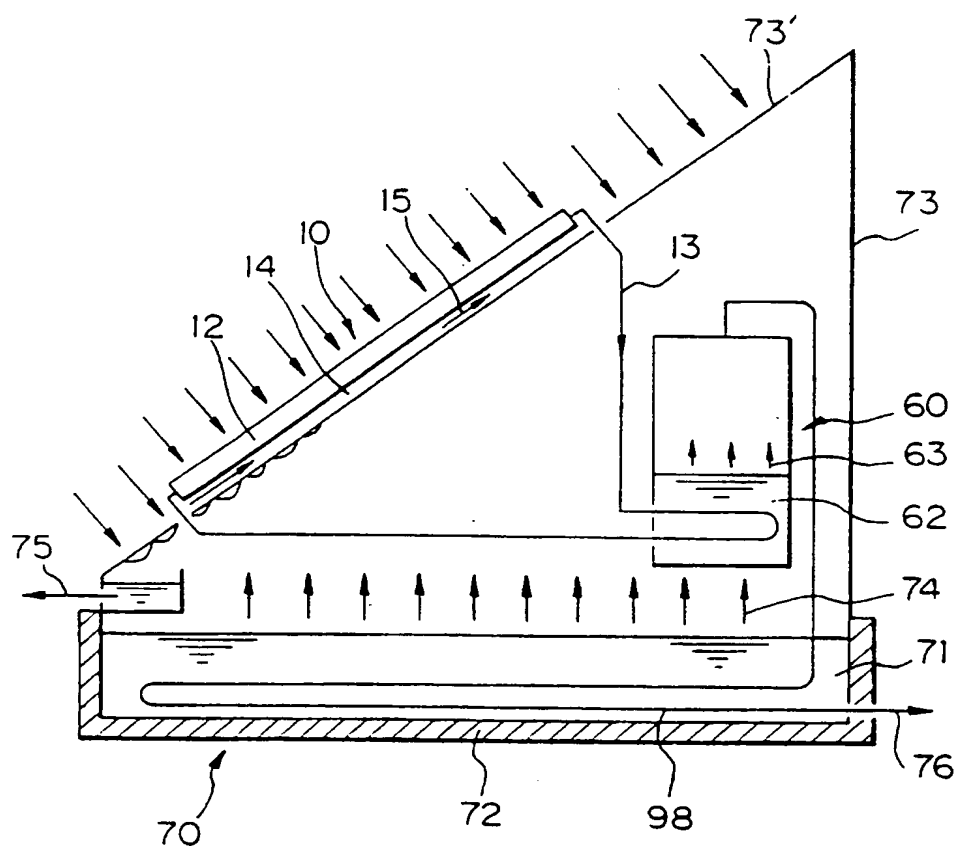


図 3



4

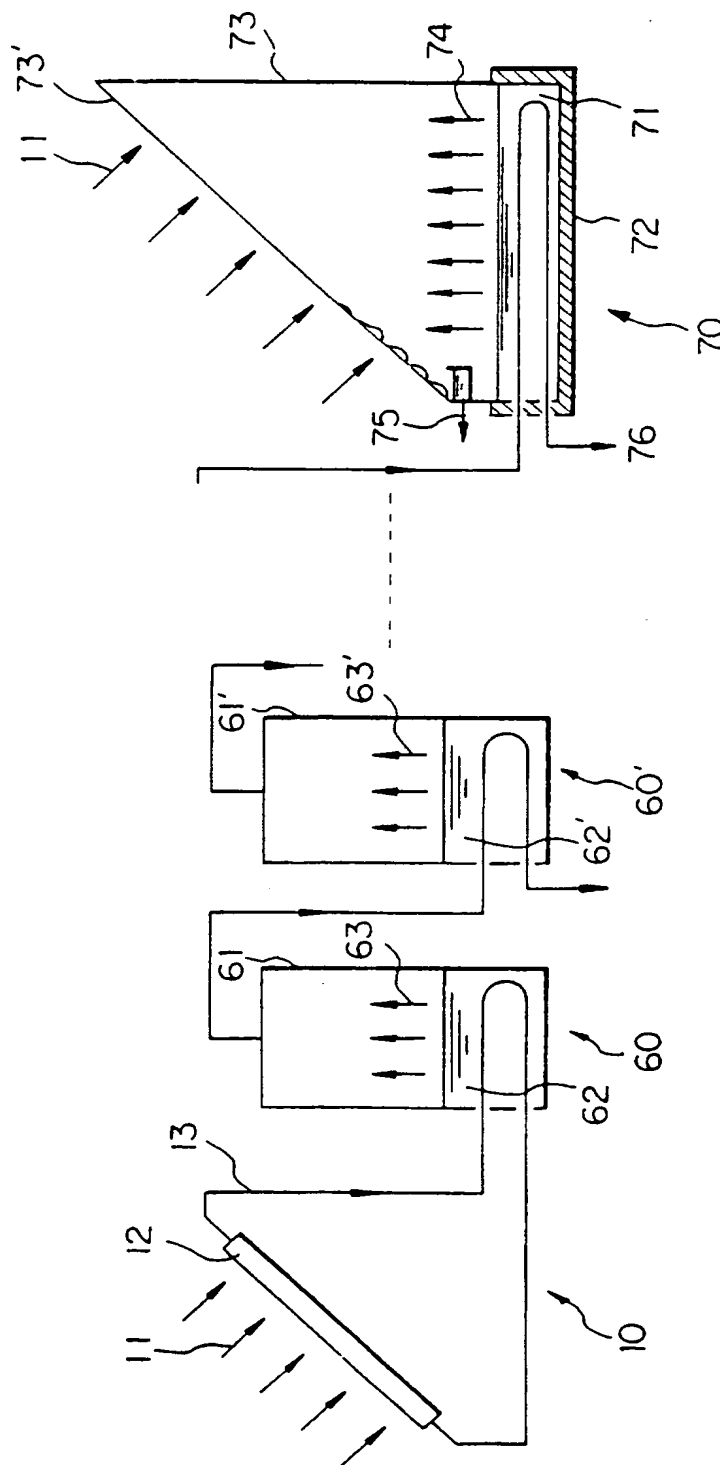


図 5

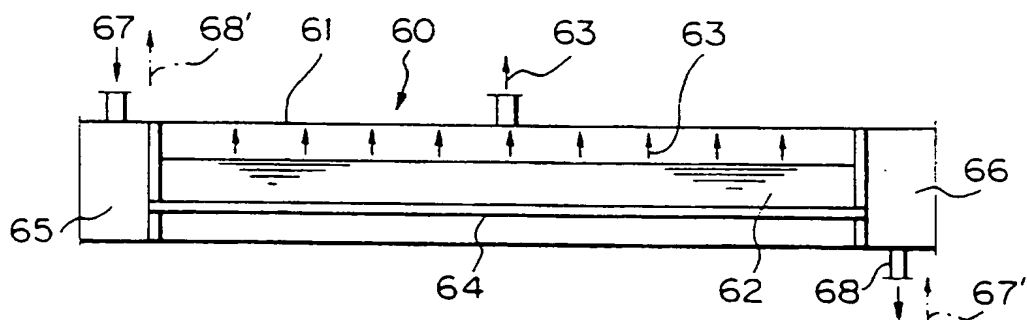


図 6

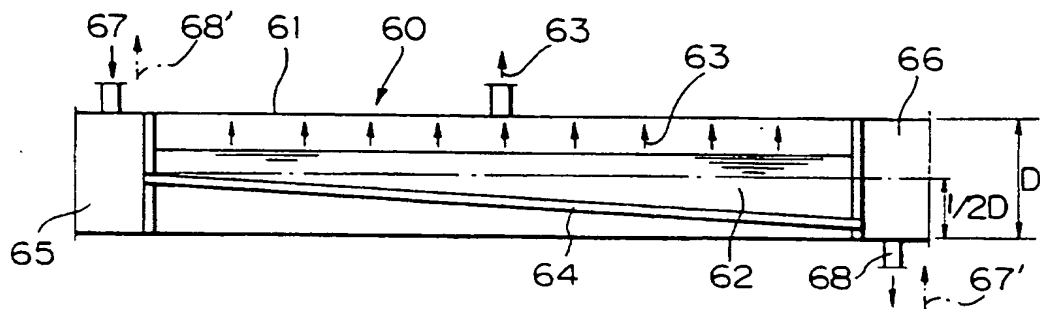
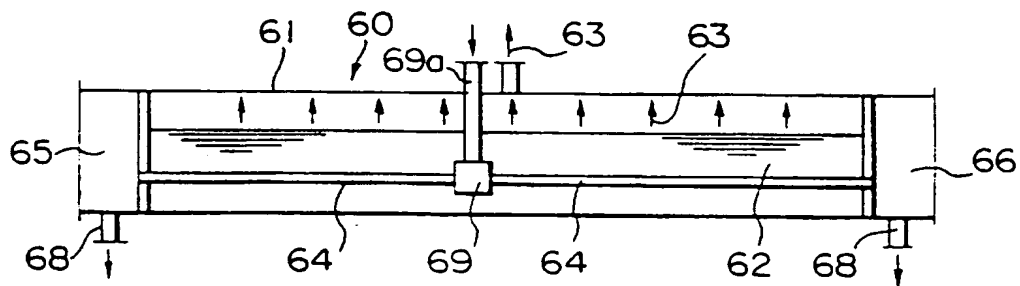


図 7





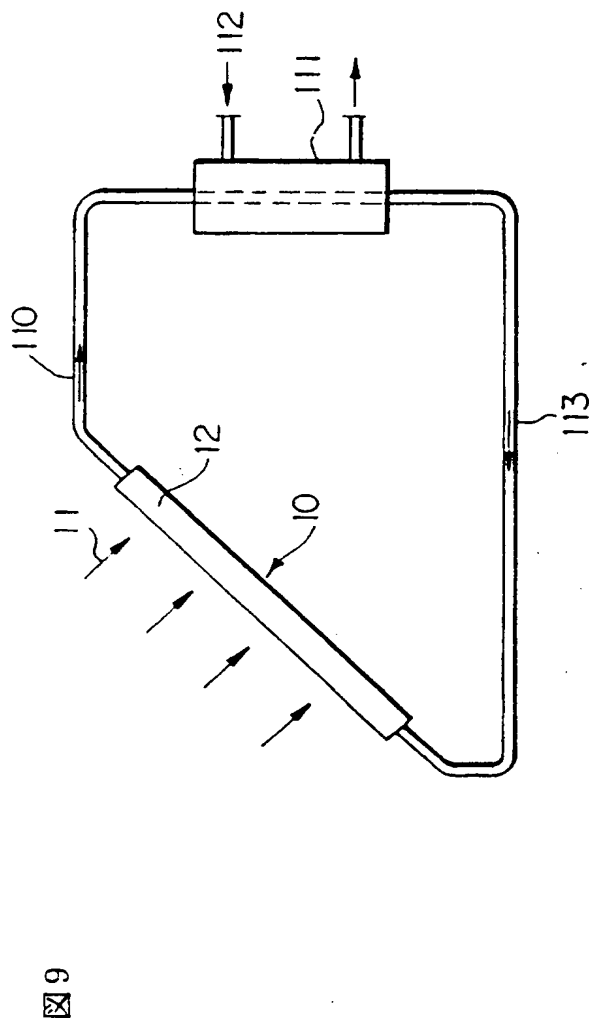
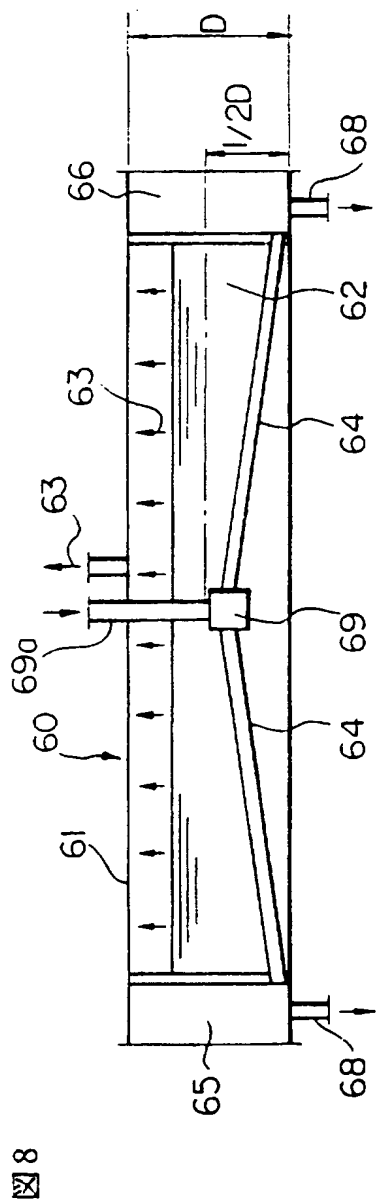


図 10

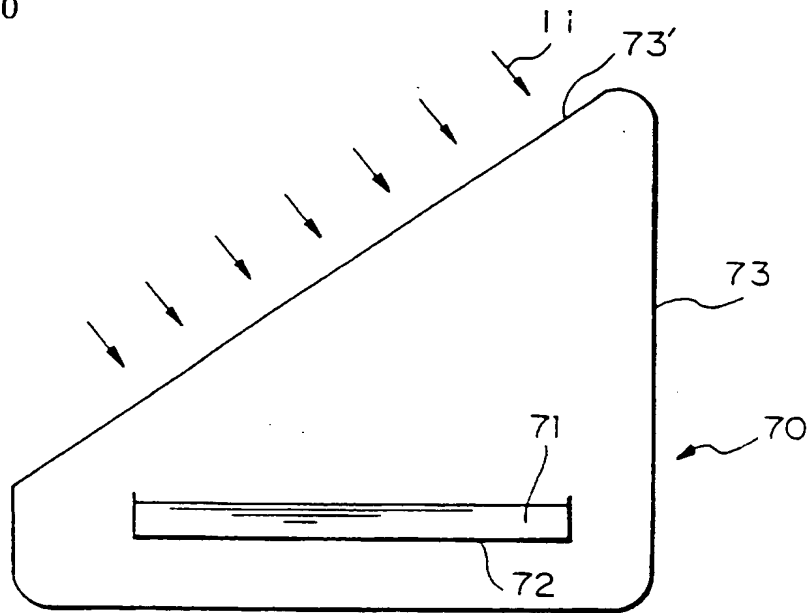


図 11

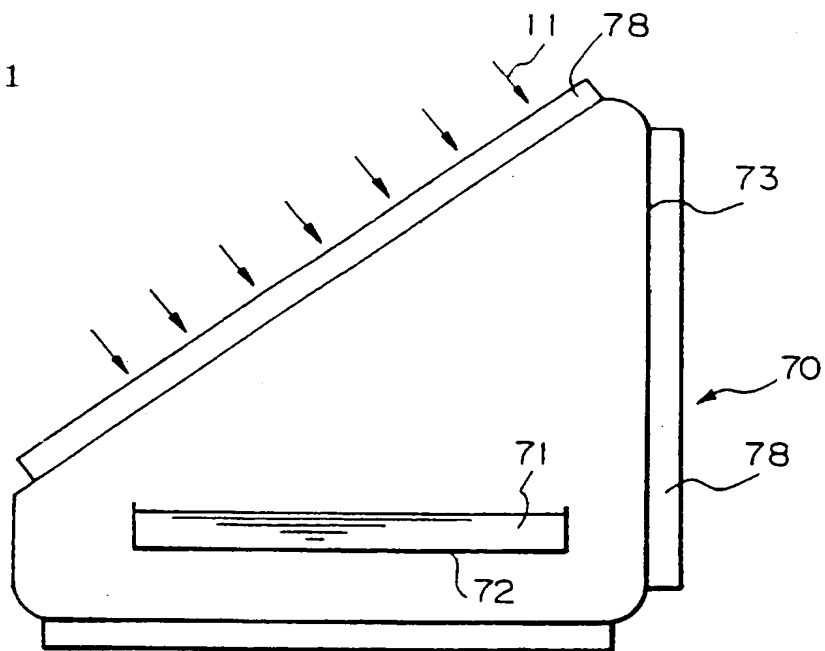


図 12

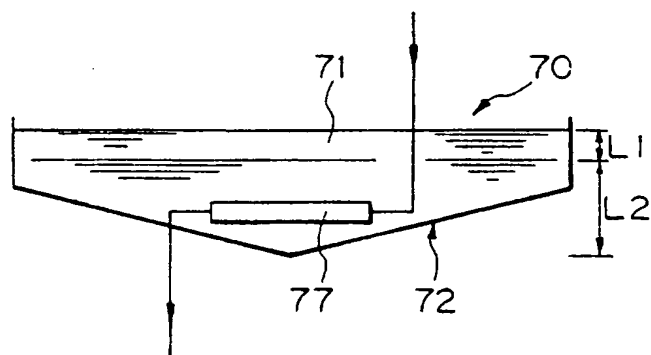
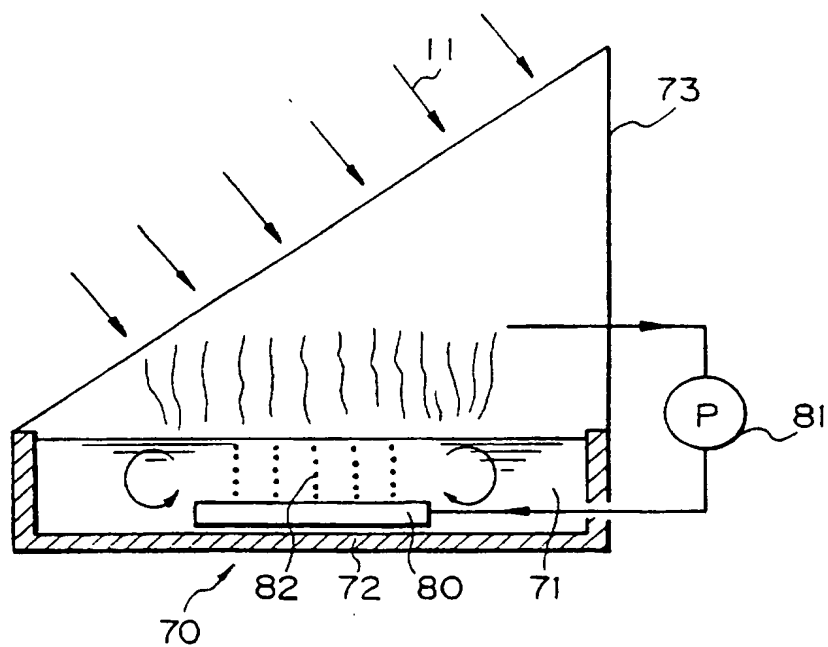
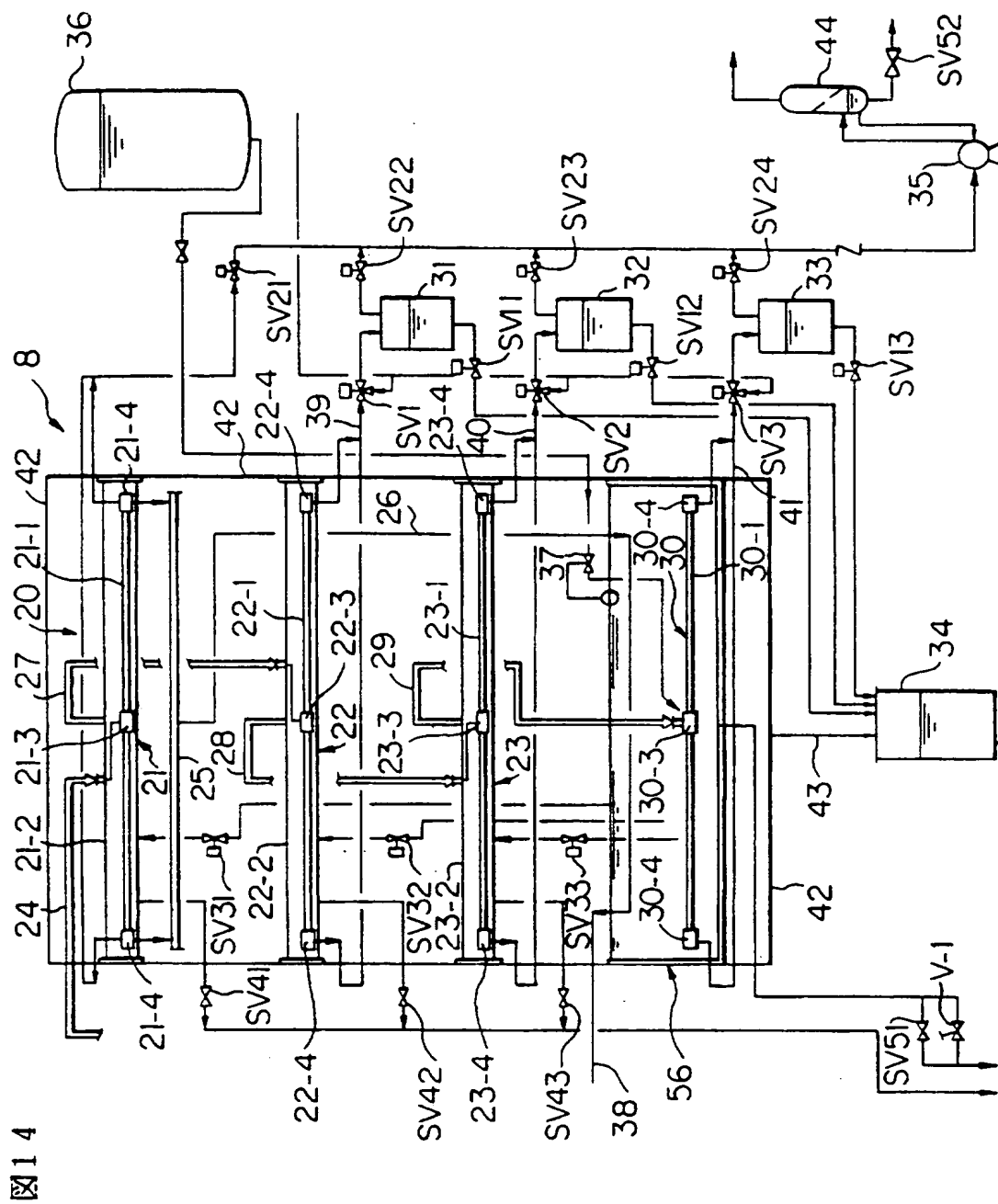


図 13





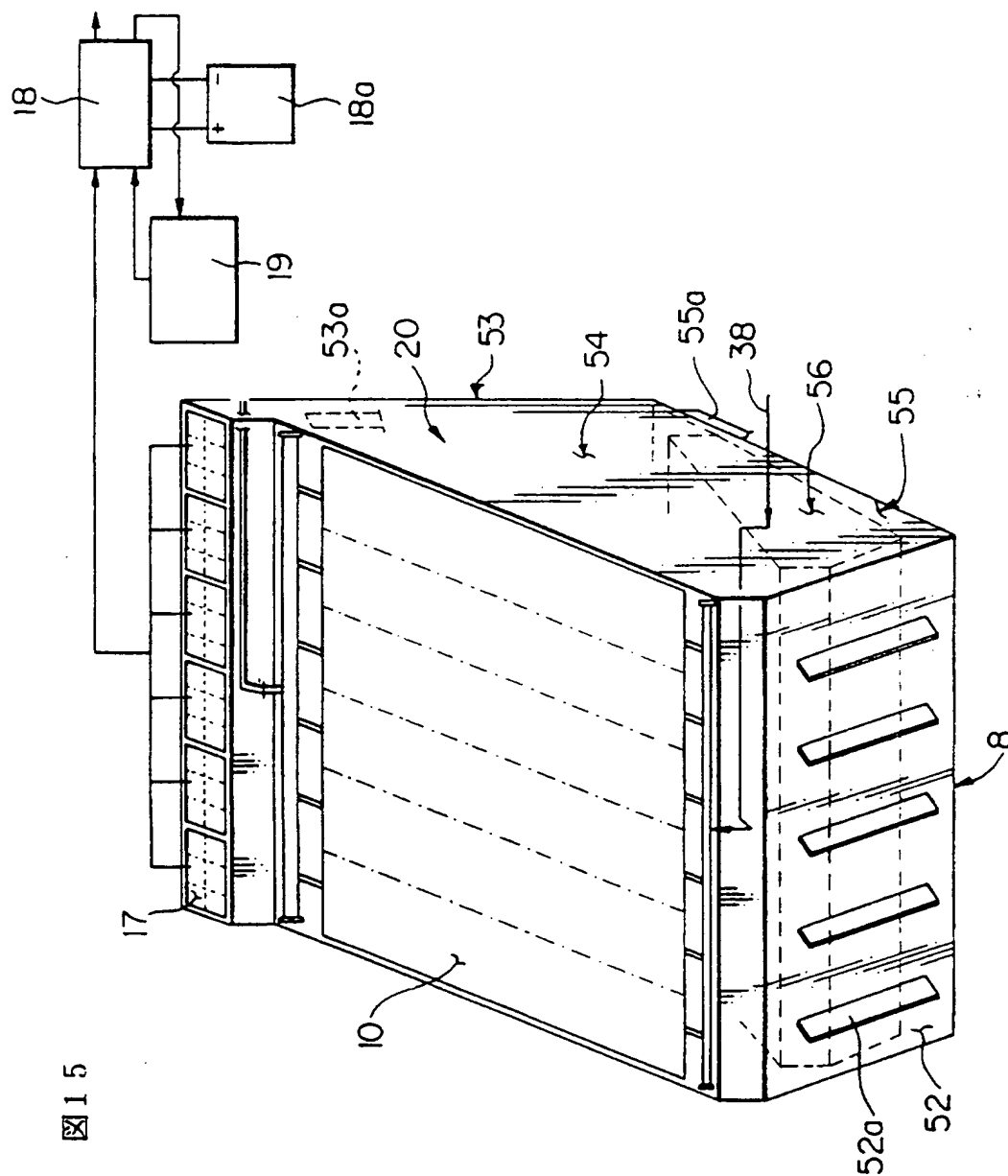


FIG. 15

図 16

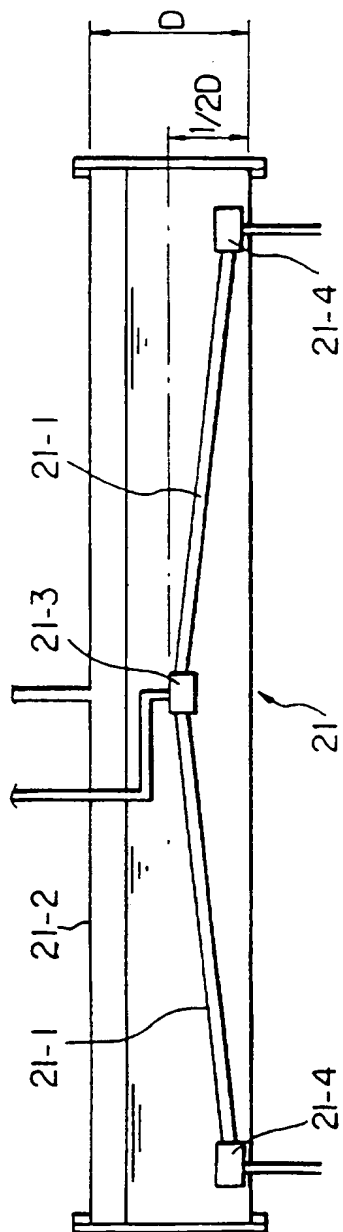
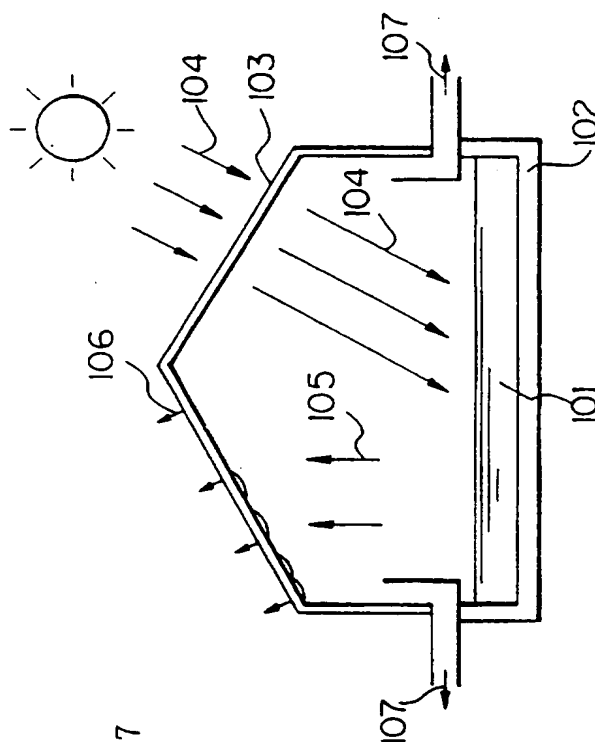


図 17



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP97/02098

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. C1<sup>6</sup> C02F1/14

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. C1<sup>6</sup> C02F1/14

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1926 - 1996	Jitsuyo Shinan Keisai
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971 - 1997	Koho
Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994 - 1997	1996 - 1997

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 3003844, Z1 (Goede, Gabor), August 24, 1994 (24. 08. 94), Claim; Figs. 1, 2, 10 (Family: none)	1, 2, 4, 9, 11, 13, 14, 18, 20
Y		17
X	JP, 63-82489, U (Babcock-Hitachi K.K.), May 30, 1988 (30. 05. 88), Claim; drawings (Family: none)	1-4, 9, 11, 13, 14, 17, 18-20
Y	JP, 62-129192, A (K.K. Sasakura Kikai Seisakusho), June 11, 1987 (11. 06. 87), Page 2, lower right column, line 2 to page 3, upper right column, line 11; drawings (Family: none)	17



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

## \* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

September 11, 1997 (11. 09. 97)

Date of mailing of the international search report

September 24, 1997 (24. 09. 97)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>6</sup> C 02 F 1/14

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.<sup>6</sup> C 02 F 1/14

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996  
 日本国公開実用新案公報 1971-1997  
 日本国登録実用新案公報 1994-1997  
 日本国実用新案掲載公報 1996-1997

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P. 3003844, Z1 (ゴエデ, ガーボル) 24. 8月. 1994 (24. 08. 94), 実用新案登録請求の範囲, 第1, 2, 10図 (ファミリーなし)	1, 2, 4, 9 11, 13, 14 18, 20
Y		17
X	J P. 63-82489, U (パブコック日立株式会社) 30. 5月. 1988 (30. 05. 88) 実用新案登録請求の範囲, 図面 (ファミリーなし)	1-4, 9, 11 13, 14, 17 18-20
Y	J P. 62-129192, A (株式会社笹倉機械製作所) 11. 6月. 1987 (11. 06. 87) 第2頁右下欄2行-第3頁右上欄11行, 図面 (ファミリーなし)	17

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11. 09. 97

国際調査報告の発送日

24.09.97

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

4 D

7425

印

鈴木 由紀夫

電話番号 03-3581-1101 内線 3420